

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2001年 5月16日
Date of Application:

出願番号 特願2001-146792
Application Number:

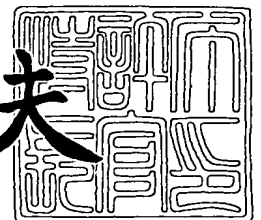
[ST. 10/C]: [JP 2001-146792]

出願人 株式会社ニコン
Applicant(s): 株式会社荏原製作所

2003年12月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3104483

【書類名】 特許願

【整理番号】 010730

【提出日】 平成13年 5月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 23/225

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 荏原マイスター株式
 会社内

 【氏名】 中筋 護

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 加藤 隆男

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 佐竹 徹

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【特許出願人】

 【識別番号】 000000239

 【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】**【識別番号】** 100089705**【住所又は居所】** 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2
0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所**【弁理士】****【氏名又は名称】** 社本 一夫**【電話番号】** 03-3270-6641**【選任した代理人】****【識別番号】** 100091063**【弁理士】****【氏名又は名称】** 田中 英夫**【選任した代理人】****【識別番号】** 100096068**【弁理士】****【氏名又は名称】** 大塚 住江**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 051806**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0010958**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチエミッタを用いた電子線装置及び該装置を用いたデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の位置に所定の大きさの複数の凹部が形成された放電加工用電極によって放電加工された陰極を備えることを特徴とする電子線装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の電子線装置であって、
前記陰極の放電加工される被加工面が、放電加工に先立って、鏡面加工されることを特徴とする電子線装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の電子線装置において、
前記陰極の放電加工される被加工面が、放電加工後に機械研磨又は化学機械研磨される
ことを特徴とする電子線装置

【請求項 4】 所定の位置に所定の大きさの複数の凹部が形成された放電加工用電極によって放電加工された陰極を備える電子線装置であって、
前記陰極が、前記被加工面の前記凹部に対応する位置に放電加工され且つエミッタとして動作する複数の突起を備え、
それぞれの前記突起の頂部が鏡面である
ことを特徴とする電子線装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の電子線装置であって、
前記複数の突起の前記頂部を、放電加工後に機械研磨又は化学機械研磨することを特徴とする電子線装置。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 のいずれか一つに記載の電子線装置を用いて、
各ウェーハ・プロセス終了後のウェーハの評価を行うことを特徴するデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、マルチエミッタ型陰極を用いて最小線幅が 0.1 ミクロン以下の

パターンを有するマスクあるいはウェーハの評価を高スループットで高信頼性をもって行うための電子線装置、及び、該電子線装置を用いてウェーハの評価を行うことにより歩留まりを向上させるデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

マスクパターンやウェーハ上の微細な回路パターンの欠陥検査等を高スループットでおこなうため、複数の電子線即ちマルチビームを利用することが提案されている。例えば、こうした欠陥検査における検査時間を短縮するため、検査対象上の複数の領域をそれぞれ電子線で照射する技術が提案されている。

【0003】

また、低エネルギーの電子線を用いて0.1ミクロン程度の微細なパターンの欠陥を検査する際に、低電圧で大きい電子ビーム電流を得ることができる電界放射陰極を用いる提案もなされている。

【0004】

しかしながら、欠陥検査装置において、シリコンSiを加工して作成した電界放射陰極のアレイを電子銃に用いてマルチビームを生成する場合、Siの如き低融点材料を用いた電界放射陰極はそもそも動作が不安定であり、アレイ内の一つの電界放射陰極でもエミッション不能になると、電子銃自体が動作し得なくなり、稼働率が著しく悪化する可能性がある。

【0005】

また、上記のとおり電界放射陰極の動作が不安定であることに起因して、電界放射陰極からの放射の変動と信号とを識別することは困難であり、また、特にショット雑音が大きいため、信号対雑音比の大きい画像を得ることが難しいという問題があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

この発明はこうした従来技術の課題を解決するために提案されたものであり、この発明の目的は、ショット雑音の小さいマルチエミッタ型陰極を備えた電子銃によりマルチビームを形成する電子線装置及び該電子装置を用いてウェーハの評

価を行って歩留まりを向上させるデバイス製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、請求項1の発明は、

所定の位置に所定の大きさの複数の凹部が形成された放電加工用電極によって放電加工された陰極を備えることを特徴とする電子線装置、
を提供する。

【0008】

請求項2の発明は、前記陰極の放電加工される被加工面が、放電加工に先立って、鏡面加工されることを特徴とする。

請求項3の発明は、

前記陰極の放電加工される被加工面が、放電加工後に機械研磨又は化学機械研磨されることを特徴とする。

【0009】

請求項4の発明は、

所定の位置に所定の大きさの複数の凹部が形成された放電加工用電極によって放電加工された陰極を備える電子線装置であって、

前記陰極が、前記被加工面の前記凹部に対応する位置に放電加工され且つエミッタとして動作する複数の突起を備え、

それぞれの前記突起の頂部が鏡面である
ことを特徴とする電子線装置、
を提供する。

【0010】

請求項5の発明は、

前記複数の突起の前記頂部を、放電加工後に機械研磨又は化学機械研磨することを特徴とする。

【0011】

また、上記の目的を達成するため、請求項6の発明は、

請求項1～5のいずれかの発明に係る電子線装置を用いて、各ウェーハ・プロ

セス終了後のウェーハの評価を行うことを特徴するデバイス製造方法、を提供する。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図5を用いて、この発明に係る陰極を有する電子銃を備えた電子線装置、及び、該電子線装置を用いたデバイス製造方法について、一つの実施の形態を説明する。

【0013】

図1は、この発明に係る電子線装置の一つの実施の形態を概略的に示す図である。同図において、電子銃1から放出された電子線は、コンデンサ・レンズ2によって集束されて点4においてクロスオーバーを形成する。

【0014】

コンデンサ・レンズ2の下方には、複数に開口を有する第1のマルチ開口板3が配置され、これによって複数の一次電子線が形成される。第1のマルチ開口板3によって形成された一次電子線のそれぞれは縮小レンズ5によって縮小されて15に投影され、点15で合焦した後、対物レンズ7によって試料8に合焦される。第1のマルチ開口板3から出た複数の一次電子線は縮小レンズ5と対物レンズ7との間に配置された偏向器により同時に試料8の面上を走査するよう偏向される。

【0015】

縮小レンズ5と対物レンズ7の像面湾曲収差の影響を無くすため、図1の(B)に示すように、第1のマルチ開口板3は円周上に小開口が配置され、そのx軸上への投影は等間隔となる構造となっている。

【0016】

合焦された複数の一次電子線によって、試料8の複数の点が照射され、照射されたこれら複数の点から放出された二次電子線は対物レンズ7の電界に引かれて細く集束され、E*B分離器6で偏向され、二次光学系に投入される。二次電子像は点15より対物レンズ7に近い点16に焦点を結ぶ。これは、各一次電子線は試料8の面上で500 eVのエネルギーを持っているに対して、二次電子線は数

eVのエネルギーしか持っていないためである。

【0017】

二次光学系は拡大レンズ9、10を有しており、これらの拡大レンズ9、10を通過した二次電子線は第2のマルチ開口板11の複数の開口を通過して複数の検出器12に結像する。なお、図1の(B)に示すように、検出器12の前に配置された第2のマルチ開口板11に形成された複数の開口と第1のマルチ開口板3に形成された複数の開口とは一対一に対応している。

【0018】

それぞれの検出器12は、検出した二次電子線を、その強度を表す電気信号へ変換する。こうした各検出器から出力された電気信号は増幅器13によってそれぞれ増幅された後、画像処理部14によって受信され、画像データへ変換される。画像処理部14には、一次電子線を偏向させるための走査信号が更に供給されるので、画像処理部14は試料8の面を表す画像を表示する。この画像を標準パターンと比較することにより、試料8の欠陥を検出することができる。

【0019】

また、レジストレーションにより試料8の被測定パターンを一次光学系の光軸の近くへ移動させ、ラインスキャンすることによって線幅評価信号を取り出し、これを適宜に校正することにより、試料8上のパターンの線幅を測定することができる。

【0020】

ここで、第1のマルチ開口板3の開口を通過した一次電子線を得量8の面上に合焦させ、試料8から放出された二次電子線を検出器12に結像させる際、一次光学系で生じる歪み、軸上色収差及び視野非点という3つの収差による影響を最小にするよう、特に配慮する必要がある。

【0021】

次に、複数の一次電子線の間隔と二次光学系との関係については、一次電子線の間隔を二次光学系の収差よりも大きく取ることで、複数のビーム間のクロストークを無くすることができる。

【0022】

図2は、図1に示すマルチエミッタ型の陰極1の構造を示しており、(イ)はその平面図、(ロ)はその側面図、(ハ)は突起25の拡大図である。図2において、(イ)に示すように、陰極1の上面には、複数個(図2においては8個)の突起21~28が、所定の円周上に、且つ、(ロ)に示すように、側面から見たとき等間隔になるように、後述の放電加工用電極により形成される。これらの突起21~28が図1のエミッタにそれぞれ対応する。陰極1の裏面には加熱用の凸部29が形成されている。

【0023】

突起25の先端部分は、(ハ)に拡大して示すように、円柱部25₁からなる。この円柱部25₁及び頂面25₂については、以下に図3について説明する中で触れる。他の突起21~24、26~28の形状も突起25と同じである。

【0024】

図3は、図2に示す陰極1を製造するための放電加工用電極30の構造を概略的に示す図で、(イ)はその平面図、(ロ)はそのA-A線に沿う断面図である。同図において、放電加工用電極30は、タングステン-銀合金からなる円板31と、その裏面に放電加工機(図示せず)への取り付けのために設けられた凸部32とを備え、円板31の表面には円錐状の凹部33が、図2の突起21~28に対応した位置に形成されている。それぞれの凹部33は、放電加工時に絶縁油をスムーズに循環させるための小穴34と連結される。個々の小穴34の径は例えば100ミクロンであり、頂角は例えば90度である。なお、図3の(ロ)における参照数字35は、放電加工用電極30に放電電流を与えるためのリード線の取り付け穴である。

【0025】

図3に示す放電加工用電極30によって、導電性を有する任意の材料、例えばLaB₆単結晶、Ta、Hf、タングステン等からなる被加工材から、図2に示す形状のマルチエミッタ型の陰極1を製造することができる。したがって、陰極1の突起21~28の形状と放電加工用電極30の凹部33の形状とは相補的である。しかし、放電加工用電極30には、絶縁油の循環のための小穴34が存在するため、図2の(ハ)に示すように、突起25の先端には、放電加工前に予め

鏡面加工してあった頂面 25₂が最後まで残る。頂面 25₁につながる円柱部 25₂は小穴 34 の径よりも 10～20 ミクロン小さい。

【0026】

例えば、円柱部 25₁の高さを 20 ミクロンとすると、放電加工における精度の許容度は突起の高さ方向では 20 ミクロンまでになるので、放電加工用電極 30 と被加工材との平行度は甘くてもよいことになる。

【0027】

上記のように、放電加工用電極 30 による放電加工は絶縁油の中で行われ、陰極となる被加工材の温度もかなり上昇するので、絶縁油の成分が被加工材の表面に拡散して陰極としての能力を劣化させる恐れがある。これを回避するため、放電加工が完了した後に、それぞれの突起 21～28 の頂面（図 2 の（ハ）においては数字 25₂で指示されている）を 5～10 ミクロンだけ研磨或いは化学的機械研磨を行って鏡面加工してもよい。その場合には、被加工材の表面を放電加工の前に鏡面加工しておく必要はない。

【0028】

こうした放電加工用電極 30 を用いて放電加工を行うので、LaB₆単結晶のような硬くてもろい材質のものでも確実に放電加工を施すことが可能になる。

この発明の上記の特性を利用すると、多数の単カソードを容易に作ることが可能になる。これを図 4 の（A）及び（B）を用いて説明すると、上記凹部を X Y 方向に規則的に並べた放電加工用電極 30 を用いて被加工材を放電加工し、図 4 の（A）に示すように、被加工材に突起を X Y 方向に規則的に形成する。その後、被加工材を図 4 の（A）の縦横の実線に沿ってワイヤカットし、個々の単体にそれぞれ分離することにより、1 回の鏡面研磨のみで多数のチップを得ることができる。

【0029】

図 1 に示す電子線装置を用いて試料の評価を行うことができる。図 5 は、図 1 の電子線装置を用いた半導体デバイス製造方法の一例を示すフローチャートである。この例の製造工程は、

①ウェーハを製造するウェーハ製造工程（又はウェーハを準備するウェーハ準備

工程)

②露光に使用するマスクを製作するマスク製造工程（又はマスクを準備するマスク準備工程）

③ウェーハに必要な加工処理を行うウェーハ・プロセッシング工程

④ウェーハ上に形成されたチップを1個ずつ切り出し、動作可能ならしめるチップ組立工程

⑤できたチップを検査するチップ検査工程、
の主工程を含む。なお、上記の工程のそれぞれは更に幾つかのサブ工程からなっている。

【0030】

これらの主工程の中で、半導体デバイスの性能に決定的な影響を及ぼす主工程がウェーハ・プロセッシング工程であり、この工程は、設計された回路パターンをウェーハ上に順次積層し、メモリやMPUとして動作するチップを多数形成する。ウェーハ・プロセッシング工程は、

①絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、あるいは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程（CVDやスパッタリング等を用いる）

②この薄膜層やウェーハ基板を酸化する酸化工程

③薄膜層やウェーハ基板等を選択的に加工するためのマスク（レチクル）を用いてレジストのパターンを形成するリソグラフィ工程

④レジストパターンに従って薄膜層や基板を加工するエッチング工程（例えばドライエッチング技術を用いる）

⑤イオン・不純物注入拡散工程

⑥レジスト剥離工程

⑦更に加工されたウェーハを検査する検査工程、
の工程を含む。なお、ウェーハ・プロセッシング工程を必要な層数だけ繰り返すを行い、設計通り動作する半導体デバイスを製造する。

【0031】

図6は、図5のウェーハ・プロセッシング工程の中核をなすリソグラフィ工程を示すフローチャートである。このリソグラフィ工程は、

- ①前段の工程で回路パターンが形成されたウェーハ上にレジストをコートするレジスト塗布工程
- ②レジストを露光する露光工程
- ③露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程
- ④現像されたレジストパターンを安定化させるためのアニール工程、の工程を含む。

【0032】

以上の半導体デバイス製造工程、ウェーハ・プロセッシング工程、リソグラフィ工程は周知のものであり、これ以上の説明を省略する。

上記検査工程⑦に対して、この発明に係る電子線装置を用いることにより、微細なパターンを有する半導体デバイスをも、スループットよく検査することができるので、全数検査が可能となり、製品の歩留りの向上及び欠陥製品の出荷防止が可能となる。

【0033】

【発明の効果】

以上、実施の形態を説明したところから理解されるように、この発明は、

- (1) LaB_6 のような硬くてもろい材質の陰極材料であっても加工が可能な放電加工用電極を用いるので、種々の導電性材料を利用できる、
 - (2) 放電加工により形成される突起の頂部は放電加工前又は加工後に鏡面加工されるので、被加工材の平面度は放電加工に影響されない、
 - (3) それぞれの突起の先端に円柱部を残すよう放電加工することにより、突起の先端の面積を一様にする事ができる、
 - (4) 放電加工の精度を考慮する必要がない、
 - (5) 単カソードを作る場合にも、1回の鏡面研磨と1回の放電加工とで多数のエミッタを製作することができる、
- 等の格別の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

(A) は、この発明に係る電子線装置の一つの実施の形態を概略的に示す図で

あり、(B)は、(A)における二つのマルチ開口板に形成された開口の位置関係を示す平面図である。

【図 2】

図 1 の電子線装置に用いるマルチエミッタ型陰極の構造を示す図で、(A)は平面図、(B)は側面図、(C)は突起の拡大図である。

【図 3】

図 2 に示す陰極を製造するための放電加工用電極の構造を示す図で、(A)は平面図、(B)は断面図である。

【図 4】

(A)は、XY 方向に突起が形成された被加工材の平面図であり、(B)は(A)における線 B-B に沿う断面図である。

【図 5】

図 1 に示す電子線装置を用いた半導体デバイス製造方法の一例を示すフロー図である。

【図 6】

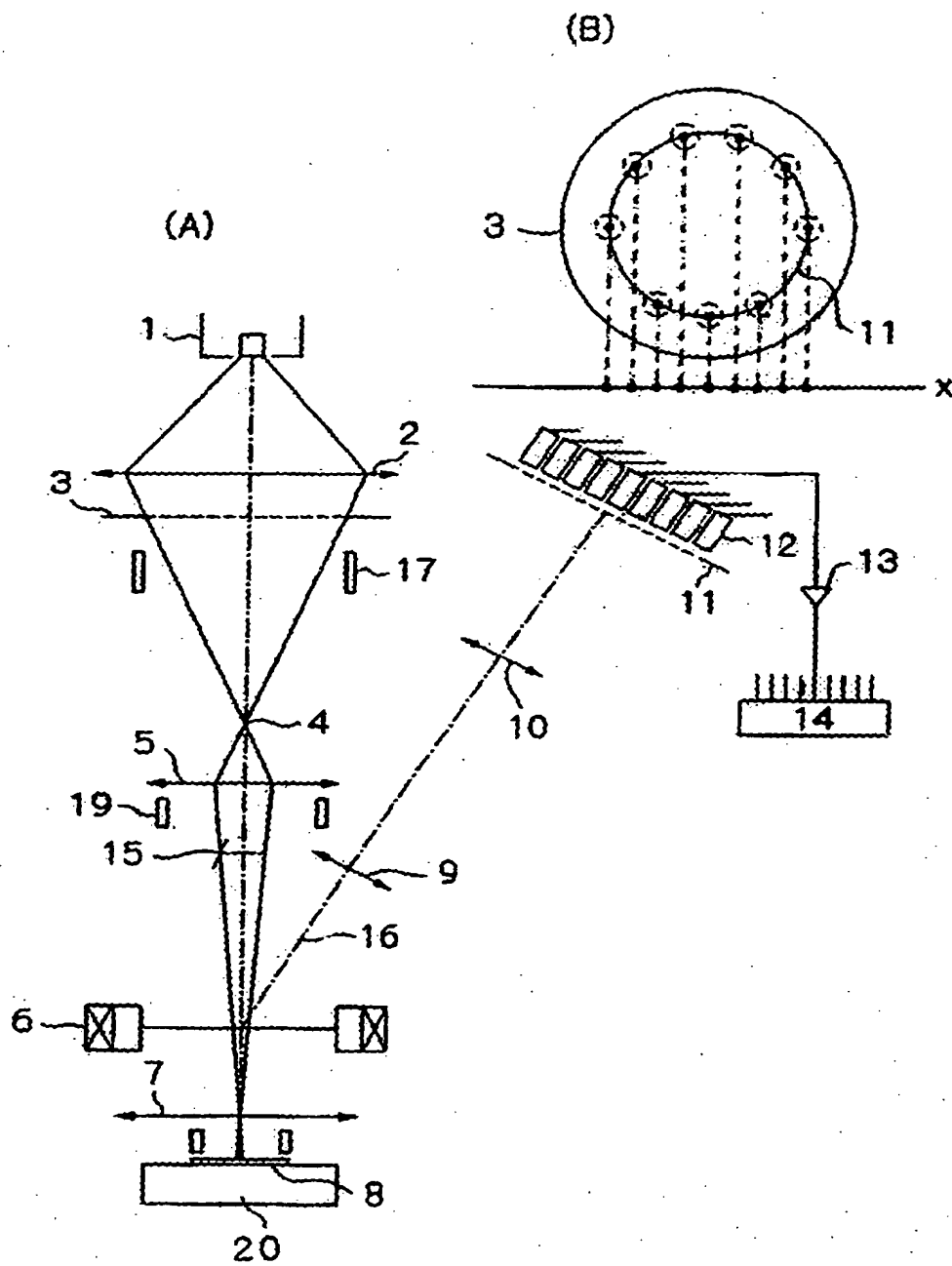
図 5 におけるウェーハ・プロセッシング工程の中核をなすリソグラフィ工程を示すフロー図である。

【符号の説明】

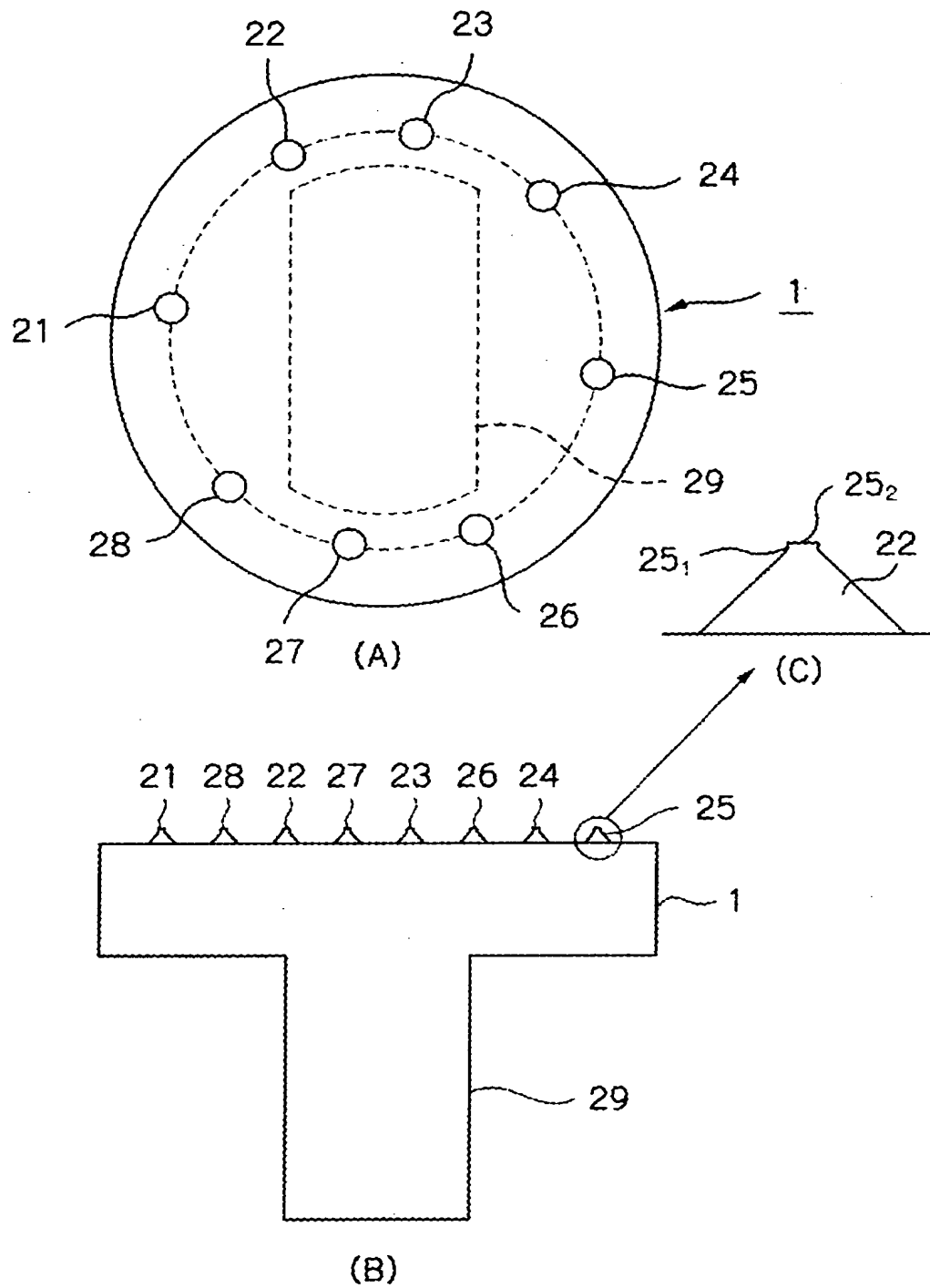
1:電子銃、 2:コンデンサ・レンズ、 3:第1のマルチ開口板、 5:縮小レンズ、 6:E×B分離器、 7:対物レンズ、 8:試料、 9、10:拡大レンズ、 11:第2のマルチ開口板、 12:検出器、 13:増幅器、 14:画像処理部、 21～28:突起、 30:放電加工用電極、 33:凹部、 34:小穴

【書類名】 図面

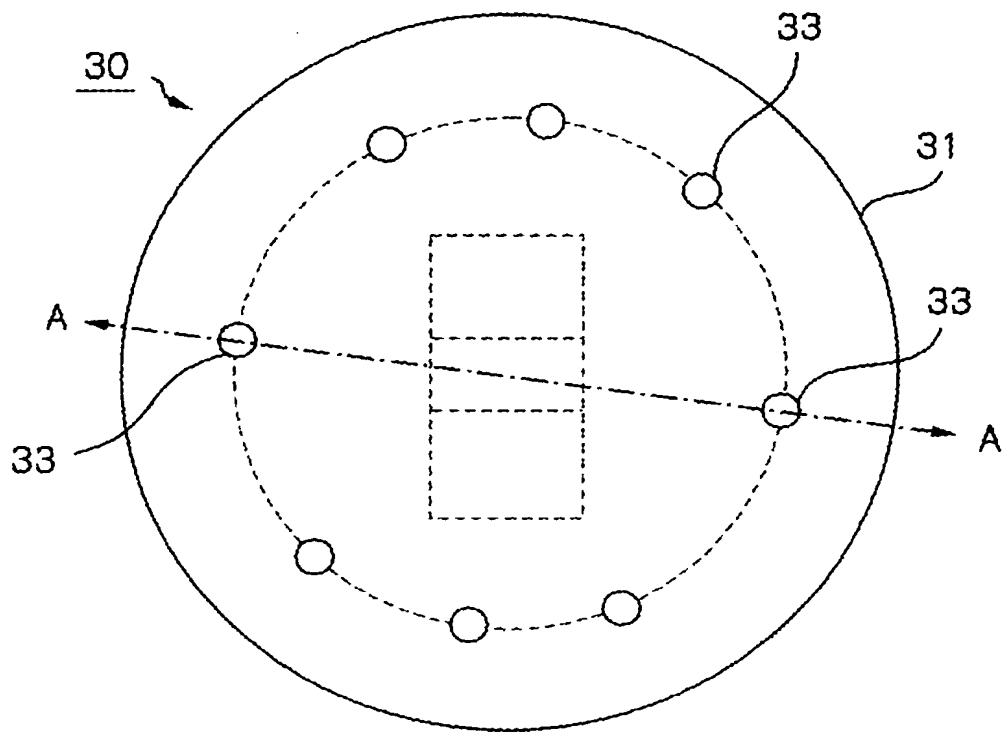
【図 1】



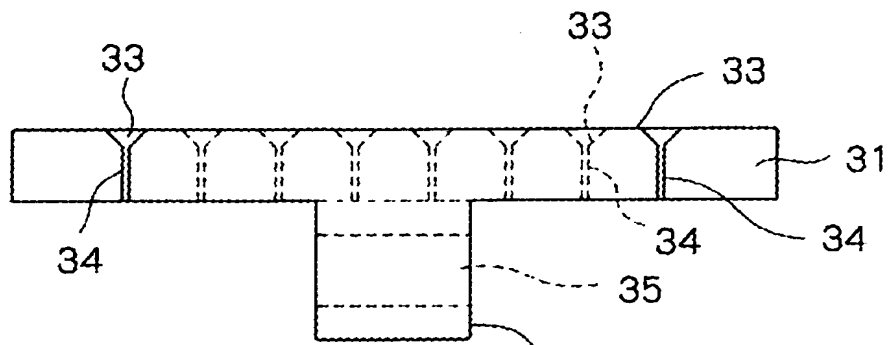
【図 2】



【図 3】

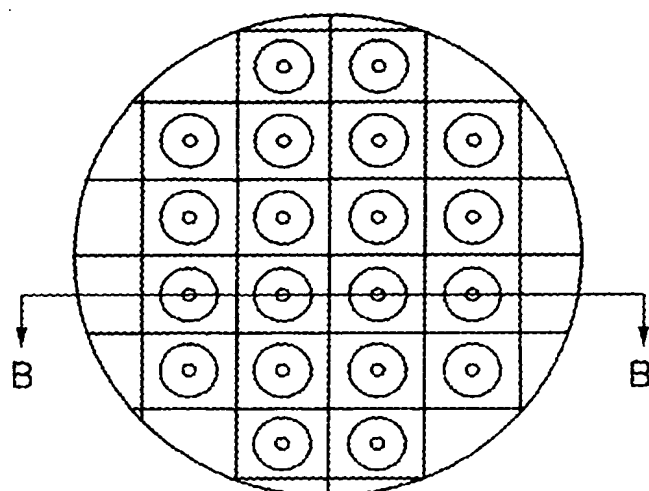


(A)

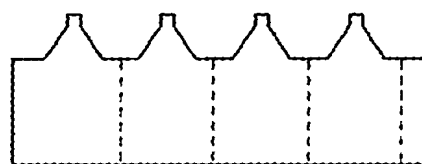


(B)

【図 4】

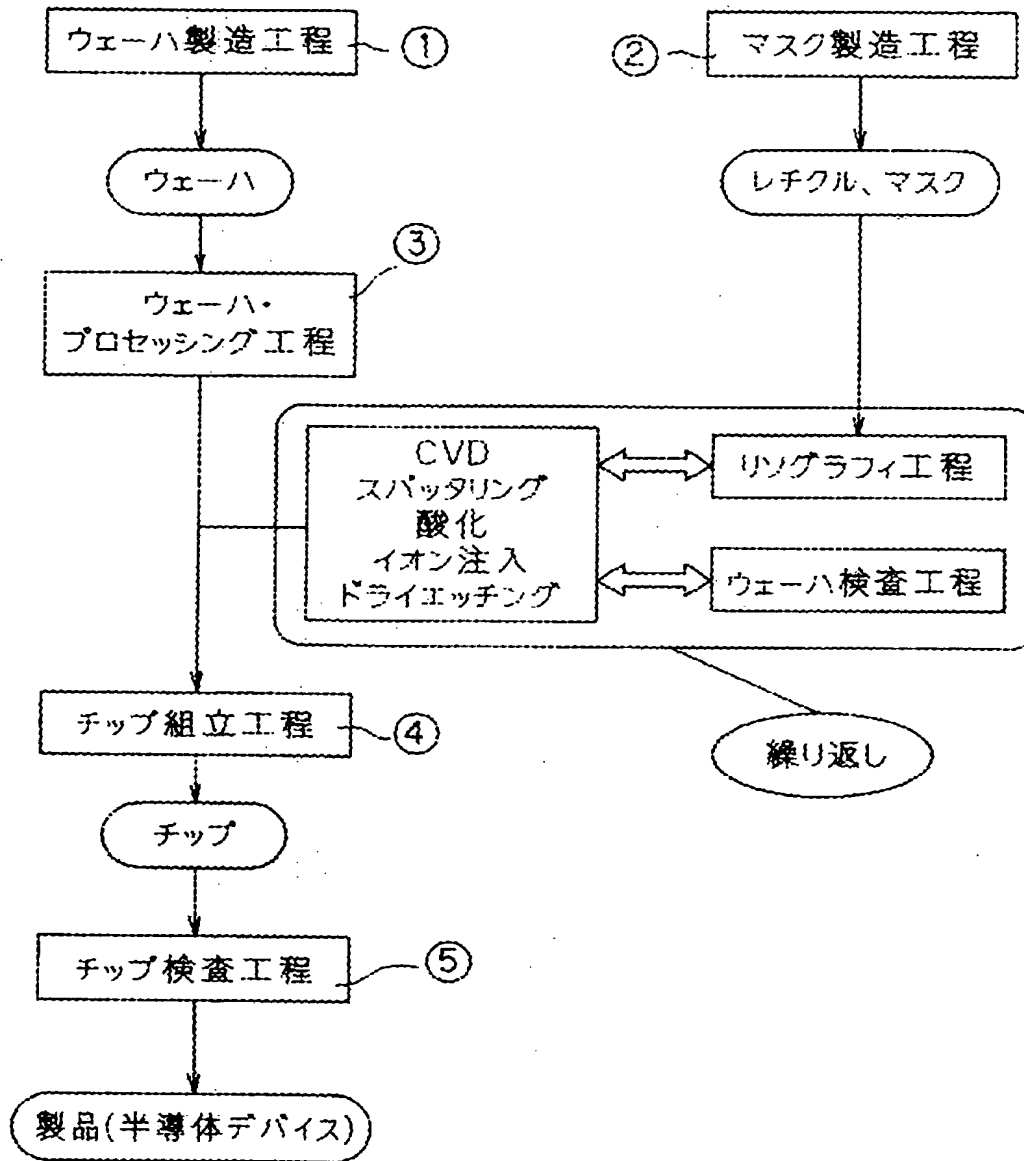


(A)

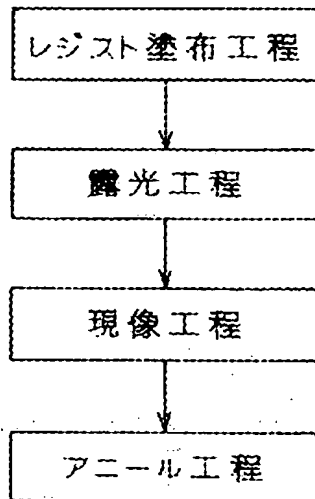


(B)

【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ショット雑音が小さいマルチエミッタ型陰極を備えた電子線装置を提供すること。

【解決手段】 所定の位置に所定の大きさの複数の凹部が形成された放電加工用電極によって加工されたマルチエミッタ型の陰極 1 は、被加工面が放電加工に先立って鏡面加工される。その後、被加工面には、放電加工用電極の複数の凹部に対応する位置に、複数の突起 2 1 ～ 2 8 が放電加工される。これらの突起はエミッタとして動作する。こうして形成された陰極 1 は電子線装置の電子銃に用いられる。

【選択図】 図 2

【書類名】 手続補正書

【整理番号】 010730I

【提出日】 平成13年10月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2001-146792

【補正をする者】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【補正をする者】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

【識別番号】 100089705

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 新大手町ビル2
06区 ユアサハラ法律特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 社本 一夫

【電話番号】 03-3270-6641

【手続補正 1】**【補正対象書類名】** 特許願**【補正対象項目名】** 発明者**【補正方法】** 変更**【補正の内容】****【発明者】****【住所又は居所】** 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内**【氏名】** 浜島 宗樹**【発明者】****【住所又は居所】** 東京都大田区羽田旭町11番1号 荏原マイスター株式会社内**【氏名】** 中筋 護**【発明者】****【住所又は居所】** 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内**【氏名】** 加藤 隆男**【発明者】****【住所又は居所】** 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内**【氏名】** 佐竹 徹**【その他】** 本願は平成13年5月16日付で、発明者3名で出願致しました。しかし、本願に係る発明は、別添の宣誓書に示すとおり、株式会社ニコン内の発明者を含め、本願の発明者を浜島 宗樹、中筋 護、加藤 隆男及び佐竹 徹の4名へ変更すべきであることが判明致しました。よって、同4名へ発明者を変更致します。**【プルーフの要否】** 要

特願 2 0 0 1 - 1 4 6 7 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 1 1 2]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

氏 名

株式会社ニコン

特願 2 0 0 1 - 1 4 6 7 9 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 2 3 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号

氏 名

株式会社荏原製作所